

新潟県中越地震の応答スペクトル強度を用いた計測震度の推定

千葉大学 工学部 都市環境システム学科 正会員 丸山 喜久

千葉大学 工学部 都市環境システム学科 正会員 山崎 文雄

1. はじめに 2004年10月23日17時56分に発生した新潟県中越地震では、新潟県川口町役場では震度7（計測震度6.52）を観測していたが、震度計の電源や回線などのトラブルによりそれが判明したのは10月30日であった。震度7の確認の遅れが防災機関の初動対応の遅れの一因になったという反省から、兵庫県南部地震後に震度7についても計測震度への移行が実施された。しかし、新潟県中越地震では、最大震度の確認に1週間要したことになる。一方、兵庫県南部地震以降、様々な機関が地震計ネットワークを整備しており、近傍の地震記録を適切に用いればこのような不測の事態にも対応できるものと考えられる。そこで、本研究では2点間のスペクトル比と近傍の地震記録を用いて、災害対応によく使われる計測震度を推定することを試みる。

2. 常時微動と地震動のH/Vスペクトル比の比較

常時微動や地震動のH/Vスペクトル比は、地点固有の振幅形状を示すことが指摘されているが、新潟県中越地震では、本震とほぼ同等のマグニチュードをもつ余震や中小規模の余震が多発したので地震動の強さごとのH/Vスペクトル比の振幅形状の違いを確認できる。そこで、地震動を強震と弱震に計測震度4.5を境界として大別し、そのH/Vスペクトル比の振幅形状を常時微動のH/Vスペクトル比の振幅形状と比較した（図-1）。常時微動のH/Vスペクトル比、弱震のH/Vスペクトル比、強震のH/Vスペクトル比の順にピーク周期が大きくなる傾向が見られる。図-2に、小千谷ICにおける地震動の最大速度（PGV）とH/Vスペクトル比のピーク周期の関係を示す。小千谷ICでは、PGVが大きくなるにつれてH/Vスペクトル比の卓越周期が大きくなる傾向が見られる。一方、例えばK-NET長岡のような比較的固い地盤では、このような傾向がほとんど見られず、常時微動と地震動のH/Vスペクトル比の卓越周期が地震動強さによらずほぼ等しいことを確認している。

3. 応答スペクトル強度を用いた計測震度の推定

近傍の2地点で共通基盤を有する地盤構造が仮定できる場合、2点（A地点、B地点）間の地震動の水平成分フーリエスペクトル比 $r_{H/H}$ は以下のように書ける。

$$r_{H/H} = \left| \frac{F_H^B}{F_H^A} \right| = \left| \frac{A_H^B}{A_H^A} \right| \quad (1)$$

ここで、 F_H は水平成分（複素）フーリエスペクトル、 A_H は水平成分の露頭基盤に対する地表面の（複素）伝達関数である。丸山ら¹⁾は、地盤モデルを用いて地震動のH/Vスペクトル比の比は水平成分伝達関数の1次卓越周期付近では、鉛直成分伝達関数比はほぼ1に近いことを示しており、以下のように近似できるとして

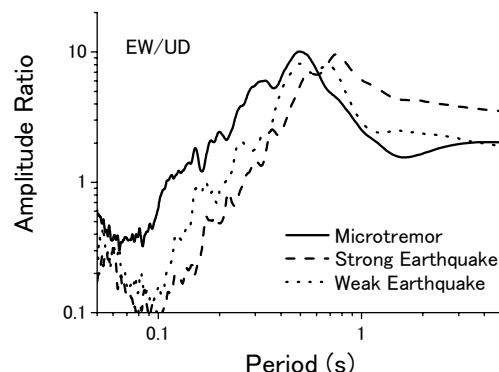


図-1 常時微動と地震動のH/Vスペクトル比の比較（小千谷IC）

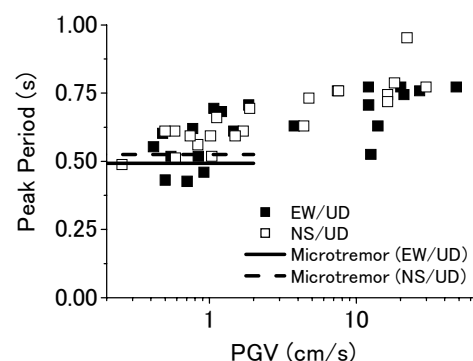


図-2 地震動の最大速度とH/Vスペクトル比の卓越周期の関係（小千谷IC）

キーワード 計測震度 新潟県中越地震 近傍地震記録 スペクトル強度

連絡先：〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33 Tel: 043-290-3528 Fax: 043-290-3558

いる。また、常時微動と地震動の H/V スペクトル比の振幅形状が似ていれば、以下のように近似できる。

$$r_{MT} \approx r_{H/V} \approx \left| \frac{A_H^B}{A_H^A} \right| \quad (2)$$

無減衰の速度応答スペクトルと加速度フーリエスペクトルの近似関係と、速度応答スペクトル S_v と加速度応答スペクトル S_a の近似関係を用いて、近傍の地震観測点で得られた 5%減衰の S_a と S_v に 2 地点間のスペクトル比を乗じて、5%減衰の応答スペクトルを推定した。推定された応答スペクトルのスペクトル強度²⁾ (SI_a , SI_v) と最大加速度 (PGA), 最大速度 (PGV) の関係を回帰分析によって以下のように構築し、PGA, PGV を推定した。

$$SI_a = \int_{0.1}^{0.5} Sa(T)_{h=0.05} dT \quad SI_v = \int_{0.1}^{2.5} Sv(T)_{h=0.05} dT \quad (3a, b)$$

$$PGA = 1.22 SI_a \quad PGV = 0.245 SI_v \quad (4a, b)$$

推定された PGA, PGV を用いて、Karim and Yamazaki³⁾が提案する PGA, PGV と計測震度の関係式を用いて計測震度を推定した。

図-3 に、新潟県中越地震における地震記録のスペクトル強度から推定された計測震度と地震記録から計算した計測震度を比較する。小千谷 IC の常時微動のスペクトル比から推定される計測震度で誤差が大きいが、前述の通り強震の H/V スペクトル比の振幅形状と常時微動の H/V スペクトル比のものに違いが大きいためと推測される。

本震の地震動が欠落した場合などには、長周期化の影響の含まれない余震（弱震）のスペクトル比に基づく本震（強震）の応答スペクトルの推定も必要である。これは、臨時の地震計を配備した余震観測によって、簡易に本震の計測震度を推定するのに利用できる。図-4 に強震の H/H スペクトル比から推定された計測震度と弱震の H/H スペクトル比から推定された計測震度を比較する。弱震の H/H スペクトル比から推定された計測震度は、強震のスペクトル比から推定されたものと比べると当然ながら推定精度がやや低下するが、本震の地震動強さの簡易な推定法としては充分利用できるものと考えられる。

4. まとめ

新潟県中越地震における近傍の地震記録を用いた計測震度推定法について検討した。地震計が設置されている地点で、何らかの原因で本震の記録が得られなかった場合は、地震動の H/H スペクトル比を用いることで精度よく計測震度の推定が可能である。地震計が設置されていない地点であれば、臨時の地震計を配備した余震観測によって、簡易に本震の計測震度を推定することができる。また、常時微動を近似的な伝達関数として用いると、地盤の非線形性は考慮できないが、非線形性が顕著でない地点であれば計測震度を推定できると期待される。

参考文献

- 1) 丸山喜久, 山崎文雄, 本村均, 浜田達也: 常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案, 土木学会論文集, No.675/I-55, pp.261-272, 2001.
- 2) Midorikawa, S. and Kobayashi, H.: On Estimation of Strong Earthquake Motions with Regard to Fault Rapture, Proceedings of the Second International Conference on Microzonation, Vol. 2, pp. 825-836, 1978.
- 3) Karim, K.R. and Yamazaki, F.: Correlation of the JMA Instrumental Seismic Intensity with Strong Motion Parameters, Earthquake Engineering and Structural Engineering, Vol. 31, No. 5, pp. 1191-1212, 2002.

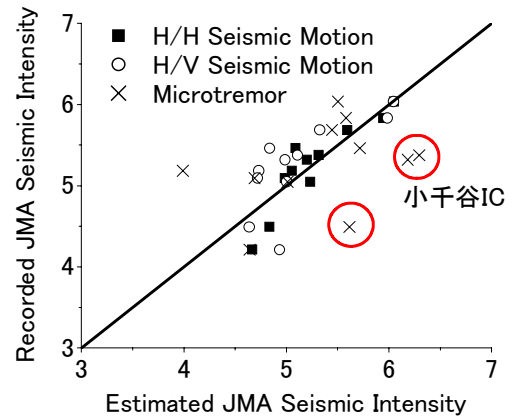


図-3 スペクトル比を用いて推定した計測震度と観測された計測震度の比較

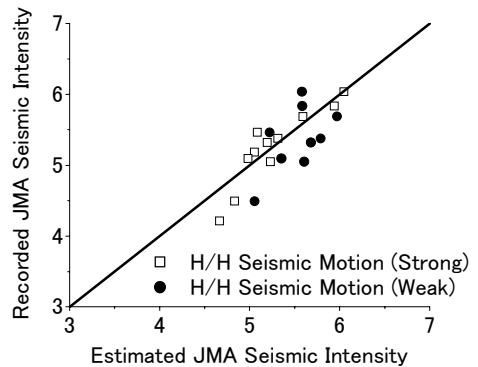


図-4 強震から推定された計測震度と弱震から推定された計測震度の比較